



RAPPORT D'ENQUÊTE AÉRONAUTIQUE

A07P0345



PERTE DE MAÎTRISE ET COLLISION AVEC LE RELIEF

**DU CESSNA 172M C-GGVK
EXPLOITÉ PAR PARALLEL SEAPLANES INC.
À 15 NM AU NORD-EST DE BAMFIELD
(COLOMBIE-BRITANNIQUE)
LE 13 OCTOBRE 2007**

Le Bureau de la sécurité des transports du Canada (BST) a enquêté sur cet événement dans le seul but de promouvoir la sécurité des transports. Le Bureau n'est pas habilité à attribuer ni à déterminer les responsabilités civiles et pénales.

Rapport d'enquête aéronautique

Perte de maîtrise et collision avec le relief

du Cessna 172M C-GGVK
exploité par Parallel Seaplanes Inc.
à 15 nm au nord-est de Bamfield
(Colombie-Britannique)
le 13 octobre 2007

Rapport numéro A07P0345

Sommaire

Le Cessna 172M sur flotteurs immatriculé C-GGVK, numéro de série 17266204, exploité par Parallel Seaplanes Inc., quitte Bamfield (Colombie-Britannique) pour effectuer un vol selon les règles de vol à vue (VFR) à destination du lac Cowichan (Colombie-Britannique) avec à son bord deux pilotes et un passager. L'appareil décolle de l'hydroaérodrome de Bamfield, fait un virage à droite en montée et se dirige vers le nord en suivant le chenal Trevor, à la limite sud du bras Alberni. Plus tard, le signal d'une radiobalise de repérage d'urgence (ELT) d'un aéronef dans la région est reçu, et vers 15 h 50, heure avancée du Pacifique, l'exploitant signale que le Cessna est en retard. Une opération de recherche et sauvetage est entreprise. L'épave du Cessna est repérée à environ 15 milles marins au nord-est de Bamfield. L'accident est survenu vers 15 h, heure avancée du Pacifique. Les trois occupants ont perdu la vie dans l'accident. Il n'y a pas eu d'incendie.

This report is also available in English.

Autres renseignements de base

Vers 10 h 25¹, le matin de l'accident, le Cessna sur flotteurs a décollé de la base principale de l'exploitant, située au lac Cowichan en Colombie-Britannique pour effectuer un vol de navigation avec trois personnes à bord. La première étape du vol s'est déroulée au sud de Sooke (Colombie-Britannique) aux environs de la rive sud de l'île de Vancouver, avec une escale à Bamfield pour le dîner. Au cours de la deuxième étape du vol, l'avion devait suivre le lac Nitnat pour revenir au lac Cowichan (Figure 1). À la fin de la première étape du vol, le Cessna a accosté au quai de l'hydroaérodrome de Bamfield vers 12 h. Après le dîner, les trois occupants du Cessna sont retournés au quai pour réintégrer l'appareil. Le pilote aux commandes s'est assis en place gauche et le pilote non aux commandes, en place droite. Le passager s'est assis dans le siège arrière droit. Vers 14 h 30, le Cessna a quitté le quai et a décollé en direction nord-ouest. Au lieu de suivre la trajectoire de retour prévue, il a fait un virage à droite vers le bras Alberni. Sur une photo prise par un appareil photo numérique retrouvé dans l'épave du Cessna, on peut voir l'île Nixon au moment où l'avion se dirige vers l'embouchure de la rivière Sarita (Photo 1). D'après cette photo, on estime que le Cessna volait en palier à environ 500 pieds au-dessus de l'eau.



Figure 1. Carte de la région



Photo 1. Photo prise à bord de l'avion montrant les conditions qui prévalaient juste avant l'accident.

¹

Les heures sont exprimées en heure avancée du Pacifique (temps universel coordonné moins sept heures).

À partir de ce point, la trajectoire est inconnue. Toutefois, compte tenu du lieu de l'écrasement et de la destination connue, il est probable que le Cessna a viré vers les terres et a suivi la rivière Sarita en direction du lac Sarita (Figure 2). Le lac est assez grand pour permettre à un hydravion d'y amerrir.

Le lieu de l'accident se trouve au fond d'une petite vallée située à environ 3 milles marins (nm) du lac Sarita. Très peu d'arbres ont été endommagés à proximité du lieu de l'accident. Les arbres situés très près du lieu de l'accident, presque en contrehaut et à côté de l'épave, présentaient des dommages. Le secteur a été examiné à partir d'un hélicoptère, et aucun autre arbre ne présentait des dommages correspondant à une collision d'avion.

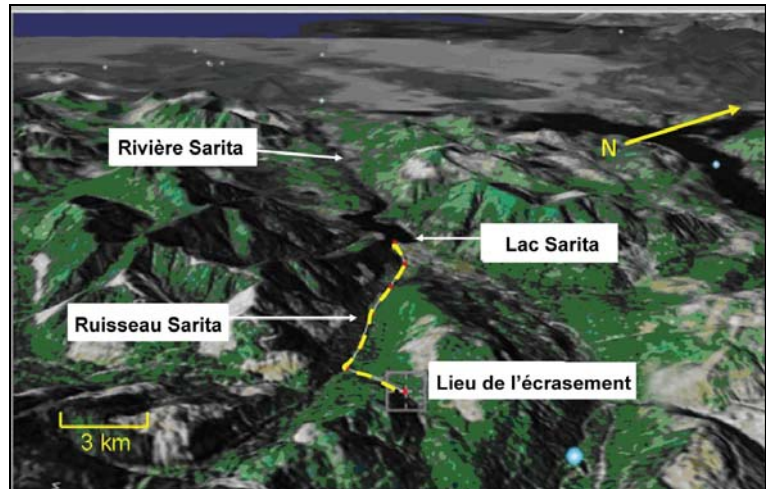


Figure 2. Trajectoire probable de l'hydravion à partir du lac Sarita.

Le fond de la vallée monte peu à peu entre le lac Sarita et le lieu de l'accident. Le lieu de l'accident est situé dans une vallée plus petite qui s'étend depuis la vallée du ruisseau Sarita, à environ 670 pieds au-dessus du niveau du lac Sarita. Cette petite vallée monte à environ 150 pieds au-dessus de la vallée du ruisseau Sarita jusqu'au lieu de l'accident (0,5 nm), et elle s'élève de 300 pieds supplémentaires au-dessus de ce point sur une distance de 0,5 nm. Son sommet le plus élevé culmine à environ 0,75 nm au-delà du lieu de l'accident. À partir de ce point, le relief descend vers une autre vallée. L'altitude augmente de 1100 pieds sur 4 nm entre le lac Sarita et le sommet le plus élevé de la vallée.

Examen de l'épave

Le Cessna présentait des dommages typiques d'un impact d'avion en piqué prononcé, l'aile gauche basse. L'hélice et certains composants tournants du moteur présentaient des traces indiquant que le moteur développait une puissance élevée au moment de l'impact. La plupart des cadrans des instruments de vol et moteur étaient brisés, et les aiguilles des indicateurs ont laissé des marques sur plusieurs des cadrans d'affichage. L'aiguille de l'anémomètre indiquait 40 nœuds. L'aiguille du régime du moteur indiquait 2650 tours par minute. Les deux manches de l'avion ont été sectionnés lors de l'accident. Les dommages dus à l'impact indiquent une sollicitation maximale de la commande de l'aileron droit au moment de l'impact. Tous les câbles des commandes de vol étaient en place, et toutes les gouvernes étaient fonctionnelles. Les volets étaient en position rentrée, et les marques d'impact indiquent que les volets étaient rentrés au moment de l'impact.

Conditions météorologiques

Au moment de l'accident, les conditions météorologiques étaient favorables au vol à vue (VFR); vent calme, visibilité supérieure à 20 nm, pas de plafond nuageux. Une photo prise à bord du Cessna accidenté quelques minutes avant l'accident a permis de confirmer ces conditions.

Pilote aux commandes

Le pilote aux commandes, assis en place gauche, était un pilote étranger. Il avait acquis son expérience de vol au sein de la force aérienne allemande et en tant que pilote de ligne (commandant de B747) pour la Lufthansa Airlines. Il était titulaire d'une licence de pilote professionnel annotée d'une qualification sur hydravion délivrées au Canada. Il était également propriétaire-exploitant d'une entreprise d'hydravions en Europe. Il faisait un séjour en Colombie-Britannique pour acquérir davantage d'expérience dans le pilotage des hydravions.

Avant le vol ayant mené à l'accident, le pilote aux commandes avait fait l'objet d'un contrôle de qualification en vol en présence du chef instructeur de Parallel Seaplane qui avait alors constaté que le pilote était compétent et minutieux et qu'il pouvait lui faire confiance. Le pilote aux commandes voulait louer l'avion pour aller chercher un ami à l'aéroport international de Vancouver, puis survoler la région au sud de l'île de Vancouver. Le chef instructeur de Parallel Seaplane, qui était également propriétaire de la compagnie, a demandé à un de ses pilotes de l'accompagner.

Pilote non aux commandes

Le pilote non aux commandes était titulaire d'une licence de pilote professionnel annotée d'une qualification sur hydravion. Il avait déjà piloté dans la région et avait suivi une formation au vol en montagne. Lors du vol ayant mené à l'accident, il était le pilote commandant de bord désigné. Il avait suivi une formation sur les techniques de mise en vrille, de vrille et de sortie de vrille, et il avait démontré qu'il maîtrisait les techniques qu'on lui avait enseignées. Il totalisait environ 635 heures de vol.

Navigabilité de l'avion

Un examen des dossiers techniques indique que le Cessna était entretenu conformément aux règlements et aux normes en vigueur régissant son exploitation. Toutes les exigences de maintenance avaient été satisfaites.

Masse et centrage

La masse brute maximale du Cessna était limitée à 2220 livres, car il était monté sur flotteurs. Sa masse au moment de l'accident était d'environ 2200 livres, et son centrage était dans les limites prescrites.

Configuration de l'avion

Le Cessna 172M (C-172M) était équipé d'une double commande, de flotteurs EDO 2000, d'un moteur Lycoming O-320-E2D (d'une puissance de 160 HP) et d'une hélice McCauley 1A175/ETM 8042. L'appareil avait été converti en appareil de brousse grâce à l'installation de deux kits, conformément aux certificats de type supplémentaires SA150NW et SA2852SW. Ces kits sont également appelés kits de décollage et d'atterrissage courts (ADAC). La conversion du moteur était conforme au certificat de type supplémentaire 3692W.

Performances de l'avion

Le Cessna accidenté avait été converti en appareil de brousse, mais il n'y avait pas de supplément au manuel de vol fournissant des renseignements sur des performances autres que celles du modèle C172M sur flotteurs avec équipement standard. Les fournisseurs des kits précisent que les appareils convertis offrent de meilleures performances mais que les exploitants devraient utiliser les tableaux de performances standard.

Le supplément au manuel d'utilisation du C-172M sur flotteurs indique que, à la masse brute prescrite, le meilleur taux de montée de l'appareil devrait être de 715 pieds par minute si l'on suppose qu'il évolue à une vitesse de 64 nœuds, à puissance maximale. Si l'appareil vole à une vitesse supérieure ou inférieure à cette vitesse, le taux de montée maximal ne sera pas atteint.

Illusions en vol

Dans certaines situations, les pilotes peuvent être victimes d'illusions visuelles lorsqu'ils approchent d'un relief ascendant. Au fur et à mesure que l'avion s'approche du relief ascendant, le pilote a tendance à maintenir un angle visuel constant entre l'extrémité du capotage de l'avion et la crête du relief devant lui. Cette tendance peut entraîner une augmentation graduelle de l'assiette en tangage de l'avion et, en parallèle, une diminution de la vitesse, à mesure que l'aéronef s'approche du relief élevé (Figure 3). Par conséquent, il arrive fréquemment que le pilote se rende compte tardivement que les performances de montée de l'avion sont insuffisantes (ligne « a » de la Figure 3); l'espacement entre l'avion et le relief diminue, et l'appareil approche d'un décrochage aérodynamique à mesure que l'angle d'attaque augmente.

Les données sur les performances suivantes ont été obtenues à bord d'un Cessna 172 muni d'équipements semblables :

3 °C, vent nul, 1000 pieds au-dessus du niveau de la mer (asl)	Pieds par nm	Taux de montée
Meilleur taux de montée (64 nœuds)	650 pieds↑	700 pieds par minute
Montée en croisière (78 nœuds)	132 pieds↑	150 pieds par minute

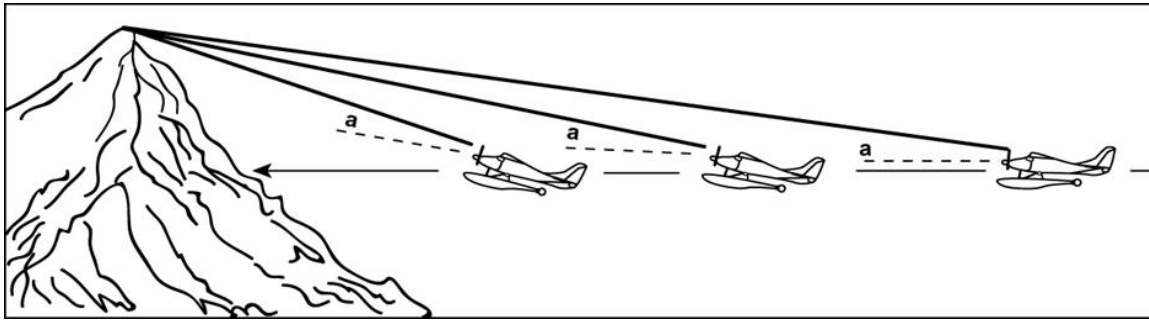


Figure 3. Illusion visuelle possible lorsqu'un avion s'approche d'un relief ascendant (illusion exagérée à des fins de présentation)

Décrochage aérodynamique et vrille

Un décrochage aérodynamique consiste en une réduction soudaine des forces de sustentation générées par une surface portante. Il se produit lorsque l'angle d'attaque critique de la surface portante est dépassé.

Une vrille est une situation où l'avion tourne autour de son axe de roulis après un décrochage, habituellement dans un fort angle de piqué.

Vitesses de décrochage

Comme la plupart des avions de sa catégorie, le C-172M n'est pas muni d'un indicateur d'angle d'attaque, et les indications de vitesse sont utilisées pour éviter un décrochage. Le manuel d'utilisation du C-172M indique que, à la limite arrière de centrage, volets en position rentrée, la vitesse de décrochage de l'avion, ailes à l'horizontale, devrait correspondre à une vitesse indiquée de 42 nœuds (KIAS). Cette vitesse est calculée en fonction d'une puissance au régime de ralenti du moteur et d'une masse brute de 2300 livres de l'avion. À des angles d'inclinaison de 30°, 45° et 60°, les vitesses de décrochage dans un virage les ailes à l'horizontale devraient être d'environ 45, 50 et 59 KIAS.

Avertisseur de décrochage

Le Cessna accidenté était équipé d'un avertisseur de décrochage pneumatique. Lorsque l'angle d'attaque atteint une valeur prédéterminée, la réduction de la pression d'air déclenche un signal sonore d'avertissement à l'intention du pilote. L'avertisseur de décrochage est réglé de façon à se déclencher lorsque la vitesse de l'avion est supérieure de 4 à 8 nœuds à la vitesse de décrochage. Il n'y a pas de documentation sur l'incidence, le cas échéant, que peut avoir le kit de conversion en avion de brousse sur l'avertisseur de décrochage. Toutefois, des renseignements non scientifiques laissent croire qu'il y a peu de signes d'imminence du décrochage pendant un virage en montée. L'avion n'était pas équipé d'un dispositif linéaire d'avertissement de décrochage, comme un indicateur d'angle d'attaque.

Caractéristiques de décrochage

Dans le cas d'un décrochage à haute vitesse, la vitesse de décrochage est légèrement inférieure à celle d'un décrochage sans moteur, ce qui accroît le risque de partir en vrille. Les kits ADAC permettent de retarder le décrochage, mais le décrochage peut être plus brusque. Pendant un virage en palier ou en montée, le pilote doit tirer le manche vers lui pour maintenir le profil de vol souhaité, ce qui augmente la force de gravité exercée sur l'avion et peut faire décrocher l'aile à des vitesses supérieures à la normale. Ce type de décrochage est habituellement plus violent.

Sortie de décrochage et de vrille

En général, le fait de relâcher la pression sur le manche sur un avion comme le Cessna 172 permet de sortir d'un décrochage. Toutefois, pour faire une sortie de décrochage avec une perte d'altitude inférieure à 200 pieds, il faut abaisser immédiatement et franchement le nez de l'appareil.

Sur la plupart des avions légers, il faut maintenir les commandes en place pour rester en vrille, si bien que le fait de relâcher les commandes devrait permettre de sortir d'une vrille. Toutefois, l'avion perdra davantage d'altitude. Comme dans le cas d'un décrochage, il faut prendre des mesures immédiates et franches pour sortir rapidement d'une vrille. En vrille, on peut s'attendre à perdre environ 400 pieds d'altitude par tour complet. On peut arrêter la vrille en appuyant à fond sur le palonnier du côté opposé au sens de la vrille. Mettre plein ailerons inverse n'est pas efficace.

Étude de Transports Canada et formation au vol en montagne

En 1999, une étude de Transports Canada sur les accidents résultant d'un décrochage et d'une vrille² a révélé que sur les 39 cas examinés, 38 décrochages se sont produits à une altitude si basse que, une fois le décrochage amorcé, il n'était plus possible d'en sortir avant que l'appareil ne percute le relief.

Le Canada n'a pas de normes réglementaires en matière de formation au vol en montagne. Les pilotes, y compris ceux qui ont reçu une formation au vol en montagne, ont souvent des accidents en région montagneuse parce qu'ils tardent à faire demi-tour dans une vallée ascendante. Le rapport d'enquête A06P0087 du BST présente des constatations à cet égard.

²

Transports Canada, *Rapport de décrochage-vrille*, TP 13748F, 1999

Analyse

L'examen de l'épave n'a révélé aucun signe de problèmes avec les commandes mécaniques. Toutes les gouvernes étaient en place, et les signes de dommages matériels indiquent que le moteur de l'appareil développait une puissance élevée au moment de l'impact. Les conditions météorologiques n'ont joué aucun rôle dans l'accident. En conséquence, l'analyse sera axée sur l'utilisation de l'appareil et sur les facteurs humains.

L'assiette de l'appareil à l'impact indique que l'avion a décroché et s'est mis en vrille. Comme la vitesse de l'avion n'était pas supérieure à la vitesse de décrochage (l'empreinte laissée par l'aiguille de l'anémomètre indiquait 40 nœuds) et que les arbres autour de l'appareil sur le lieu de l'accident n'étaient pas endommagés, on a conclu que l'avion avait décroché près de la cime des arbres. Cette hauteur était insuffisante pour permettre une sortie de décrochage avant que l'appareil ne percute le relief. En outre, du fait que l'avion a été retrouvé le nez orienté vers le bas de la pente, dans le sens opposé à la trajectoire de vol prévue, il est probable que l'avion a décroché pendant que le pilote faisait demi-tour en remontant la vallée à basse altitude. Le ou les pilotes agissaient alors sur l'aileron droit pour commander un roulis à droite, qui est l'action habituelle pour corriger un roulis à gauche, mais qui est inefficace lors d'une sortie de décrochage ou de vrille. La maîtrise de l'avion a été perdue pendant le décrochage.

Il n'a pas été possible de déterminer les raisons pour lesquelles l'avion se trouvait si près du relief. Il est possible qu'il volait à basse altitude pour permettre aux occupants d'observer quelque chose au sol. Il se peut également que les pilotes aient effectué un exercice d'amerrissage et de décollage au lac Sarita, mais l'avion aurait dû être capable de franchir le relief le long de la trajectoire présumée, à moins que les pilotes aient réalisé tardivement, à cause d'une illusion d'optique, que le relief montait et que l'avion ait évolué en configuration de croisière jusqu'aux derniers instants du vol.

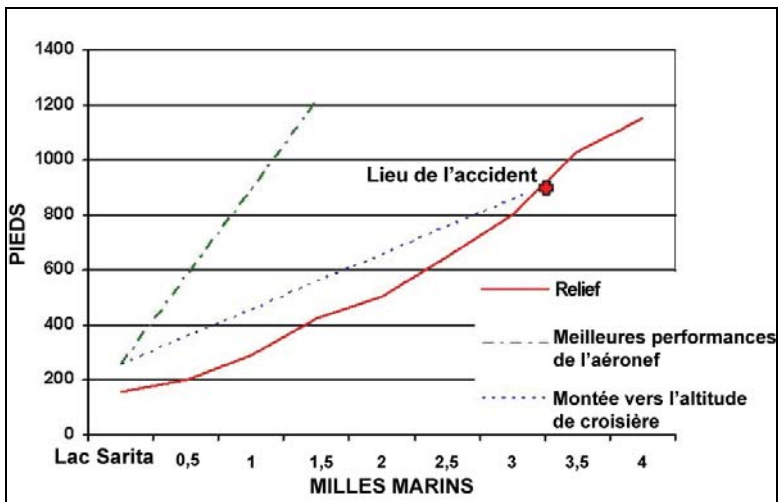


Figure 4. Performances de l'hydravion et profil du relief (angles exagérés à des fins de présentation plus claire)

Lorsqu'un avion décroche près du sol et qu'il est impossible de faire une sortie de décrochage, l'avion percute le relief presque à la verticale. L'appareil et les occupants sont alors exposés à des forces de décélération élevées. S'il n'y a pas perte de maîtrise, c'est-à-dire que les ailes ne décrochent pas et que l'avion percute un relief montant graduellement, les forces de décélération seront vraisemblablement réparties sur une plus longue période de temps et les

possibilités de survie seront plus grandes. Comme la plupart des avions de l'aviation générale ne sont pas équipés de dispositifs linéaires d'avertissement de décrochage, comme des indicateurs d'angle d'attaque, il se peut que les pilotes ne se rendent pas toujours compte à quel point ils sont près de faire décrocher l'avion.

Lors du vol ayant mené à l'accident, l'avertisseur sonore ne se serait pas déclenché assez tôt pour donner le temps à l'un ou à l'autre pilote de prendre les mesures nécessaires pour éviter un décrochage.

Le pilote non aux commandes avait suivi une formation au vol en montagne, mais, pour une raison indéterminée, le Cessna évoluait trop près du relief. Il est possible que les deux pilotes aient cru qu'ils volaient en toute sécurité à cause d'une illusion d'optique et parce que l'avion n'était pas équipé d'un dispositif linéaire d'avertissement de décrochage. Il est également possible que le pilote non aux commandes ait été moins vigilant en raison du niveau d'expérience du pilote aux commandes.

L'enquête a donné lieu au rapport de laboratoire suivant :

LP 111/2007 – *Noise Attenuating Headset Effect on Stall Warning* (Effet d'un casque d'écoute réducteur de bruit sur le signal d'avertissement de décrochage.)

On peut obtenir ce rapport en s'adressant au Bureau de la sécurité des transports du Canada.

Fait établi quant aux causes et aux facteurs contributifs

1. Le Cessna sur flotteurs évoluait trop près du relief. Alors qu'il faisait demi-tour, il a décroché et s'est mis en vrille à une altitude insuffisante pour permettre une sortie de vrille avant de percuter le relief.

Faits établis quant aux risques

1. Les pilotes ne se rendent pas toujours compte à quel point leur appareil est près de décrocher, car peu d'avions de l'aviation générale sont équipés de dispositifs linéaires d'avertissement de décrochage, comme des indicateurs d'angle d'attaque.
2. Au Canada, il n'y a aucune norme réglementaire régissant la formation au vol en montagne, et les pilotes tardent à faire demi-tour jusqu'à ce qu'il soit trop tard pour le faire en toute sécurité.

Le présent rapport met un terme à l'enquête du Bureau de la sécurité des transports du Canada (BST) sur cet événement. Le Bureau a autorisé la publication du rapport le 14 octobre 2008.